

УДК 630.52:587/588

Студ. Д.В. Кучин
Рук. С.П. Санников
УГЛТУ, Екатеринбург

ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОТЫ РАСТУЩЕГО ДЕРЕВА

За 200 лет лесопользования в России предложено множество методов измерения высоты дерева, которые основаны на геометрическом принципе [1]. Современные высотомеры – это модернизация старых высотомеров с электронной начинкой. Технология и принцип измерения остались прежними, для этого от измеряемого дерева необходимо отойти на определенное расстояние (10 или 20 м) и направить прибор на вершину дерева, затем зафиксировать результат. Процедура измерения затруднена в густом лесу или множеством кустарника, поэтому нужен измеритель высоты дерева, не имеющий перечисленных недостатков.

В настоящее время специалисты леса проявляют все больший интерес к использованию стационарных измерительных устройств [2]. Предлагаемый нами измеритель высоты растущего дерева основан на распространении ультразвука вдоль волокон от корневой системы до вершины. Результатом измерения может быть время прохождения ультразвуковой волны до вершины и возврат ее, а также ослабление амплитуды возвращенной волны.

Рассматриваемый вариант, на наш взгляд, реализовать труднее, так как на характер ослабления влияет множество факторов, таких, как температура, влажность, плотность древесины, химический состав лигнина и стенок сосудов и пр. В этом случае готовый результат, при измерении высоты дерева, корректировать по множеству факторов затруднительно, зато выявлять внутренние пороки можно.

Вариант с измерением времени прохождения ультразвуковой волны от корня до вершины и обратно реализовать проще, так как на распространение волны влияет плотность материала древесины, влажность и температура. Эти три параметра взаимосвязаны между собой, поэтому корректировать можно по влажности или по температуре дерева, а плотность принять за табличный показатель с поправочным коэффициентом на юстировку.

Скорость распространения ультразвука в материале определяется известным в физике выражением (отраженная волна)

$$v = \frac{2H}{t},$$

где H – высота дерева, м;

t – время распространения ультразвука в дереве, с.

В силу того, что структура дерева неоднородна, содержит множество участков с различной плотностью, например сучки и прочие элементы, возникает фазовая и групповая скорость распространения ультразвуковой волны, за счет множественного рассеивания энергии на разделах участков с разной плотностью древесины. Скорость распространения фиксированной фазы колебаний (фазовая скорость) можно описать выражением

$$\varphi = \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) = const ,$$

при $\varphi = 0$, $\omega \left(dt - \frac{dx}{v} \right) = 0$,

тогда фазовая скорость равна

$$v = \frac{dx}{dt} ,$$

где φ – угол фазы, т.е. угол смещения между исходным и принимаемым сигналами;

x – расстояние между измерениями;

t – время;

ω – угловая скорость (частота).

Принцип функционирования ультразвукового измерителя высоты дерева показан на рис. 1, а.

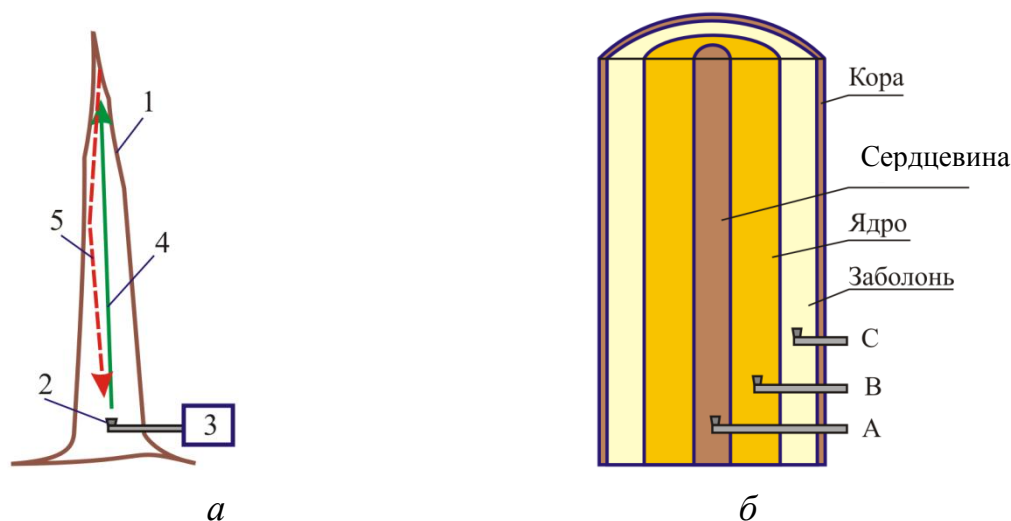


Рис. 1. Измеритель ультразвуковой высоты дерева:

а – схема распространения ультразвука при измерении его высоты;

б – варианты установки излучателя в стволе дерева (варианты А; В; С);

1 – дерево; 2 – излучатель; 3 – первичный измерительный преобразователь;

4, 5 – излучаемая и принимаемая ультразвуковые волны

Варианты установки ультразвукового излучателя показаны на рис. 1, б в сердцевинной, ядровой и заболоневой областях дерева. Самая высокая скорость распространения ультразвуковой волны в плотной, влажной заболони. Заболонь, в силу своего физического строения, содержит сформировавшиеся плотные волокна, достаточное количество жидкости. Это и определяет высокие показатели по скорости распределения ультразвука.

Слой камбия неприемлем в силу маленькой толщины, что затруднит конструкцию излучателя. Но слой камбия является основным транспортировщиком жидкости снизу вверх, он хороший разделитель внутренних слоев, от которого ультразвуковая волна будет отражаться вовнутрь.

Самая низкая скорость распространения ультразвуковой волны наблюдается в ядровой части со спелой древесиной, где плотность намного ниже, чем в заболони и сердцевине. В этом случае потребуется больше мощности для измерительного устройства.

Сердцевина дерева не содержит много влаги, например в сравнении со слоем камбия, но является плотной на протяжении многих лет. Другое преимущество в том, что диаметр сердцевины меняется не так стремительно, как у заболони и ядровой части дерева. Поэтому у дерева с диаметром ствола более 60 мм (на уровне груди) сердцевина вполне подходит для установки ультразвукового излучателя.

Для установки излучателя необходимо просверлить отверстие и вставить излучатель. Излучатель лучше всего устанавливать в пеньковой части ствола, чтобы он не мешал при спиливании дерева.

Структурная схема ультразвукового измерителя высоты дерева представлена на рис. 2.

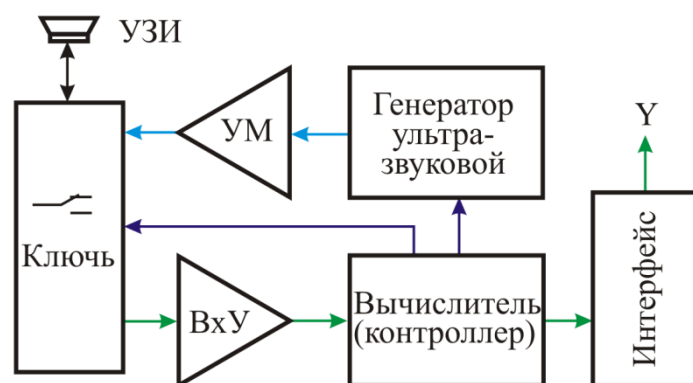


Рис. 2. Структурная схема ультразвукового измерителя высоты дерева:

УЗИ – ультразвуковой излучатель; УМ – усилитель мощности;

ВхУ – входной усилитель; Y – выходной сигнал

Таким образом, контроллер управляет процессом измерения, подключая ультразвуковой излучатель к усилителю мощности, а затем к входному усилителю, сигнал которого поступает в вычислитель, а затем на выход.

Библиографический список

1. Багинский В.Ф. Таксация леса в Беларуси: уч. пособие. – Минск. 2011. URL:http://zinref.ru/000_uchebniki/02750_leso_proizvodstvo/001_taksacia_lesa_baginski_2011/000.htm (дата обращения 11.10.2017).

2. Побединский В.В., Мехренцев А.В., Санников С.П. Система информационного обеспечения базы данных лесопользования / Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. – С. 77–81.

УДК 630.52:587/588

Соиск. А.А. Побединский
Рук. В.В. Побединский, С.П. Санников
УГЛТУ, Екатеринбург

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Система мониторинга должна охватывать следующие направления: лесопожарное, лесопатологическое, контроль сырьевых потоков, лесных ресурсов и земель лесного фонда, малоосвоенных лесов, исследование лесов в рамках международных программ и соглашений, таксационное, экологическое.

Алгоритм функционирования системы радиочастотного мониторинга разрабатывался нами в полном соответствии с техническим заданием. Общая схема методики проектирования системы мониторинга приведена на рис. 1.

Методика показывает последовательность разработки конструкции системы радиочастотного мониторинга. В соответствии с методикой был разработан алгоритм проектирования, формализующий ее структуру (рис. 2).

Программная реализация алгоритма была выполнена в среде MatLab. С использованием разработанного программного продукта были рассчитаны параметры системы для условий Тюменской области. Методика и программы могут быть рекомендованы для использования в инженерной практике при проектировании систем радиочастотного мониторинга.

На этапе формирования технического задания формируется файл с исходными данными (init.m–файл). Далее проводится расчет по трем направлениям: определение общей топологической схемы, определение элементной базы, определение расчетных исходных параметров. Если в результате